

## CONCEPTUAL ELEMENTS OF THE PREPARATION OF STUDENTS ON A SPECIALITY "COSMIC AND AERIAL CARTOGRAPHY"

**A. RAMANKEVICH, A. BALITSKI, F. LIAUSHA**

*Conceptual elements of the preparation of students specializing in the field of "Cosmic and Aerial Cartography" in Belarus are presented in the article. The fundamental principles and common objectives in the teaching process is reflected; the problems, to the solution of which the graduates of this speciality must be prepared, are indicated. Education process in the system "University – Enterprise" is presented on the example of the filial branch of Geodesy and Cartography Department of the Belarusian State University in the RUE "Belgeodesy".*

**Keywords:** *stuff training for the geodetic and cartographic brunch, information methods of teaching, proceeding and interpretation of remote sensing data with the aid of computation technologies, the creation of digital, electronic and multimedia cartographic works.*

**УДК 528.92**

## СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ МАСШТАБОВ 1 : 25 000 – 1 : 200 000 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА «СОСТАВЛЕНИЕ-Ц»

**Н.В. ПРОХОРОВСКАЯ**

*(Белгеодезия, Беларусь)*

*Предложен комплексный анализ процесса автоматизированного создания цифровых топографических карт производных масштабов 1 : 25 000–1 : 200 000 по цифровым топографическим картам базового масштаба 1 : 10 000–1 : 100 000 с использованием программно-информационного комплекса «Составление-Ц». Изучены возможности комплекса по автоматизированному составлению и оформлению содержания цифровых топографических карт с учетом особенностей его использования в настоящее время в производственных условиях.*

***Ключевые слова:** информационные технологические файлы, карты базового масштаба, карты производного масштаба, процедуры автоматизированного составления, цифровые топографические карты.*

В Республике Беларусь единую государственную и научно-техническую политику в области геодезической и картографической деятельности осуществляет Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь (далее – Госкомимущество). Создание и обновление государственных топографических карт всего масштабного ряда, в том числе и в цифровом виде, возложено Госкомимуществом на Топографо-геодезическое республиканское унитарное предприятие «Белгеодезия» (далее – РУП «Белгеодезия»).

На территорию Республики Беларусь созданы государственные топографические карты всего масштабного ряда от 1:10 000 до 1:1 000 000. Периодичность их обновления составляет 6 – 10 лет в зависимости от важности и экономической освоенности территории.

В настоящее время финансирование картографических работ из средств республиканского бюджета позволяет обновлять примерно 500–700 листов государственных топографических карт разных масштабов в год, что не позволяет выдерживать установленную периодичность обновления, поэтому в Республике Беларусь существует проблема «старения» топографических карт.

В настоящее время основным видом картографической продукции государственного назначения стали цифровые топографические карты (далее – ЦТК). Создание ЦТК всего масштабного ряда на всю территорию государства и их регулярное обновление – главная задача картографического производства РУП «Белгеодезия». Создание и обновление ЦТК с использованием традиционных технологий, т.е. когда последовательно создаются или обновляются ЦТК по отдельным масштабам ведет к значительным затратам времени и финансов, а также к частичной потере преемственности и согласованности информации на картах смежных масштабов. Более технологичным подходом является поддержание в актуальном состоянии ЦТК базового масштаба (в Республике Беларусь это ЦТК масштаба 1:10 000), с последующим созданием ЦТК всего масштабного ряда путем автоматизированного составления ЦТК производных масштабов.

Для решения этой задачи в период с 2009 по 2012 гг. Объединенным институтом проблем информатики Национальной академии наук Беларуси,

по договору с Госкомимуществом, были проведены исследования и разработана технология и создан программно-информационный комплекс автоматизированного составления топографических карт (далее – ПИК «Составление-Ц»). Руководителем разработки является главный конструктор Крючков Александр Николаевич.

ПИК «Составление-Ц» предназначен для создания ЦТК производных масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000 и 1 : 1 000 000 по ЦТК базового масштаба 1 : 10 000 способом автоматизированного составления. Составление выполняется последовательно от крупного масштаба к более мелкому без пропуска смежного масштаба. Каждая созданная ЦТК производного масштаба является базовой для создания ЦТК следующего более мелкого масштаба.

На рисунке 1 показан общий вид ПИК «Составление-Ц».

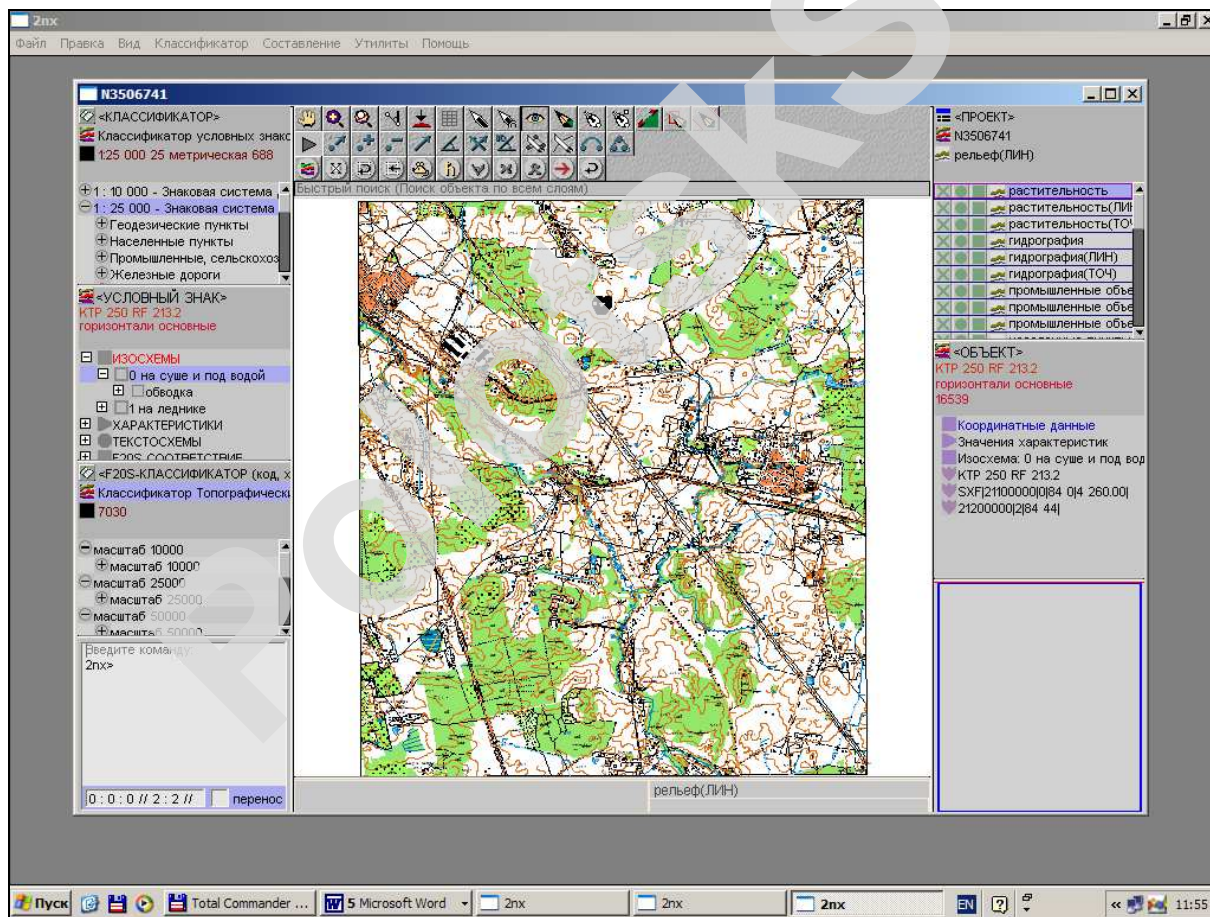


Рис. 1. Общий вид ПИК «Составление-Ц»

Базовый формат обработки данных в ПИК «Составление-Ц» – F20S. При создании и обновлении ЦТК в РУП «Белгеодезия» основным про-

граммным средством является СПО «Панорама», поэтому в ПИК «Составление-Ц» предусмотрен экспорт-импорт файлов формата sxf.

В состав ПИК «Составление-Ц» входят следующие основные компоненты:

- программные блоки, обеспечивающие выполнение функциональных задач комплекса;
- управляющая система, включающая графическую оболочку, интерфейс пользователя, средства визуализации ЦТК, а также доступ к оперативной базе данных комплекса;
- технологическая база данных.

В состав программных блоков включены следующие блоки:

- формирования номенклатурного листа ЦТК производного масштаба;
- автоматизированной генерализации ЦТК производного масштаба;
- формирования составительского оригинала и его редактирование.

Блок формирования номенклатурного листа ЦТК производного масштаба включает такие процедуры, как загрузка данных в форматах SXF и F20S, входного контроля ЦТК, сшивки номенклатурных листов и некоторые другие.

Блок автоматизированной генерализации обеспечивает генерализацию объектов ЦТК производного масштаба и включает два вида процедур: общих – для всех объектов ЦТК базового масштаба, и специализированных – для объектов определенных классификационных кодов ЦТК базового масштаба.

К общим процедурам относятся:

- установление пространственно-логических связей (далее – ПЛС) между объектами (объект-подпись);
- отбор и изменение классификационных кодов объектов ЦТК производных масштабов;
- изменение характера локализации в соответствии с цензами и правилами формирования метрики объектов ЦТК производных масштабов;
- цензово-нормативный отбор в соответствии с цензами и нормами по плотности объектов на ЦТК производных масштабов;
- изменение характеристик подписей в соответствии с правилами формирования подписей для объектов ЦТК производных масштабов;
- размещение подписей объектов ЦТК производных масштабов.

К специализированным процедурам относятся:

- генерализация горизонталей;
- генерализация населенных пунктов;

- объединение контуров растительности;
- формирование заполняющих условных знаков.

Блок формирования составительского оригинала включает технологические процедуры формирования и вывода символизированных (с учетом требований условных знаков) объектов ЦТК производных масштабов, а также их редактирование. Встроенный в ПИК редактор позволяет выполнять необходимый объем операций по редактированию объектов ЦТК производных масштабов.

Технологическая база данных включает:

- классификаторы объектов местности;
- библиотеки условных знаков и шрифтов;
- таблицы соответствия кодов характеристик и кодов значений характеристик форматов sxh и F20S;
- таблицы условных сокращений подписей и их классификационных кодов;
- таблицы изменения классификационных кодов и признаков объектов для каждого масштаба ЦТК;
- таблицы изменения характера локализации объектов для каждого масштаба ЦТК;
- файл настроек цензово-нормативного отбора;
- файл для контроля направления цифрования площадных объектов;
- файл классификационных кодов объектов ЦТК, для которых формируется ПЛС, для каждого масштаба ЦТК;
- таблицы цензово-нормативных показателей объектов для каждого масштаба ЦТК;
- файл классификационных кодов объектов ЦТК, которые располагаются в населенных пунктах;
- таблицы изменения типа подписи для каждого масштаба ЦТК;
- таблицы заполняющих условных знаков для каждого масштаба ЦТК;

Для ряда процедур составления, кроме технологических файлов, содержащих объектовый состав, цензы, нормы и правила преобразований, строятся дополнительные структуры данных.

Например:

- для процедуры изменения характера локализации объектов ЦТК производных масштабов формируются структуры данных примыкающих объектов для согласования метрики объекта, изменившего характер локализации, и метрики примыкающих к нему объектов;

– для процедуры цензово-нормативного отбора объектов ЦТК производных масштабов формируются структуры данных примыкающих объектов и гиперграфа гидрографии.

Автоматизированные процедуры составления выполняются в определенной последовательности (рис. 2):

Составление	Утилиты	Помощь
1 Сшивка ЦТК		▶
2 ПЛС объект-подпись		▶
3 Переклассификация		▶
4 Объединение контуров растительности		▶
5 Изменение характера локализации		▶
6 Контроль метрики		▶
7 Цензово-нормативный отбор		▶
8 Генерализация горизонталей		▶
9 Контроль абсолютных высот		▶
10 Генерализация населенных пунктов		▶
11 Изменение типов подписей		▶
12 Размещение подписей		▶
13 Генерация заполняющих значков		

Рис. 2. Автоматизированные процедуры составления

После прохождения каждой процедуры, на стадии «завершение обработки» файл автоматически сохраняется, при этом в его имени к номенклатуре ЦТК добавляется название проведенной процедуры.

В РУП «Белгеодезия» в 2013–2014 гг. была проведена опытная эксплуатация ПИК «Составление-Ц» с привлечением производственных картографических материалов. Для создания ЦТК масштаба 1 : 25 000 использовались созданные в те годы ЦТК масштаба 10 000 (обновленные по ортофотопланам с полевым обследованием). Для создания ЦТК следующих производных масштабов воспользовались ЦТК, составленные с использованием ПИК «Составление-Ц» (частично), а недостающее количество листов было подобрано из базы данных Государственного картографо-геодезического фонда Республики Беларусь. Листы ЦТК были подобраны так, чтобы можно было наиболее полно проанализировать их объектовый состав, в том числе и с учетом категорий сложности местности. Технология автоматизированного составления ЦТК была опробована для масштабов 1 : 25 000 – 1 : 1 000 000, но анализ ЦТК масштабов 1 : 500 000 и 1 : 1 000 000, созданных с использованием ПИК «Составление-Ц», не

был проведен в полном объеме в связи с ограниченностью времени, отведенного на опытную эксплуатацию.

Результаты опытной эксплуатации подтвердили, что ПИК «Составление-Ц» выполняет свои задачи по функциональному предназначению – автоматизированному созданию ЦТК производных масштабов 1 : 25 000–1 : 200 000 по ЦТК базовых масштабов 1 : 10 000–1 : 100 000. Уровень автоматизации создания ЦТК этих масштабов в настоящее время определяется в пределах 50%, но с учетом того, что это абсолютно новый, уникальный в своем роде вид картографических работ и сравнивать его практически не с чем, то о достигнутом уровне автоматизации можно говорить лишь приблизительно, в сопоставлении с существующими нормами времени на смежные картографические процессы.

РУП «Белгеодезия» постановлением коллегии Госкомимущества от 22.04.2015 г. сроком на пять лет предоставлено право на использование результата научной и научно-технической деятельности – ПИК «Составление-Ц». Приказом Госкомимущества от 26.05.2015 г. № 115 ПИК «Составление-Ц» для создания ЦТК масштабов 1 : 25 000–1 : 200 000 был введен в промышленную эксплуатацию.

ПИК «Составление-Ц» – универсальный программный продукт, с помощью которого можно не только создавать объекты ЦТК в автоматическом режиме, но и проводить редактирование и создание объектов ЦТК, которые не были сформированы автоматически, были сформированы частично или неверно. Однако в настоящее время редактирование выполняется в СПО «Панорама» по следующим причинам:

- выходной формат ЦТК Республики Беларусь – sxf. Функциональные возможности СПО «Панорама» для редактирования объектов и проведения технологических контролей на современном этапе реализованы лучше, чем в ПИК «Составление-Ц»;

- ПЭВМ, имеющиеся в картографических отделах РУП «Белгеодезия», по своим техническим характеристикам не в полной мере соответствуют требованиям, необходимым для эффективной работы ПИК «Составление-Ц»;

- нет необходимости обучения картографов-исполнителей работе в новой программе.

Для эффективной работы ПИК «Составление-Ц» необходимы ПЭВМ с характеристиками не ниже:

- компьютер типа «Intel Core 3470» с тактовой частотой 3200 МГц;
- оперативная память 2×4096 Мб;



- накопитель на жестком магнитном диске емкостью 1 Тб;
- широкоформатный видеомонитор (16×9) с размером по диагонали 23";
- видеокарта с ОЗУ 1024 Мб;
- ИБП 600 Вт;
- клавиатура, сетевая карта, мышь.

С учетом перечисленных обстоятельств при разработке нормирования на процесс создания ЦТК с использованием ПИК «Составление-Ц» подготовка материалов для создания ЦТК производного масштаба была выделена из общего состава работ и была определена работой одного инженера-технолога, который выполняет следующие работы:

- загрузка программного обеспечения;
- импорт четырех номенклатурных листов ЦТК базового масштаба формата sxf. в формат 2nx.;
- множественная загрузка четырех номенклатурных листов ЦТК базового масштаба;
- выполнение процедур автоматизированного составления с использованием утилит упрощения контуров объектов ЦТК;
- экспорт созданного прототипа ЦТК производного масштаба из формата 2nx в формат sxf.;
- выполнение общего контроля в позиции «редактирование данных» в СПО «Панорама»;
- создание растровой трансформированной картографической подложки (из смонтированных четырех номенклатурных листов ЦТК или издательских номенклатурных листов базового масштаба, уменьшенных до производного масштаба) в формате RSW с привязкой ее к углам рамки ЦТК;
- передача картографам-исполнителям прототипа номенклатурного листа ЦТК для дальнейшей доработки.

Векторизация объектов в СПО «Панорама» проводится с выполнением сводок со смежными номенклатурными листами и необходимым технологическим контролем полноты содержания и точности нанесения объектов, а также цензов, норм и правил их отбора с учетом требований действующих технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА). Следует учитывать то обстоятельство, что доработка объектов ЦТК производных масштабов по картографической подложке проводится не строго по растровому следу, а предполагает генерализованную векторизацию, которую субъективно, с учетом всех выше изложенных требований, должен



осуществлять картограф-исполнитель. Поэтому предопределенная вариантность процесса составления объектов ЦТК производных масштабов, необходимость проведения правильного отбора объектового состава создаваемой ЦТК, «чувство» масштаба и знание его особенностей, знание требований ТНПА по созданию ЦТК разных масштабов, уверенное пользование программным обеспечением, требуют высокой профессиональной подготовки и наличия практического опыта у картографов-составителей.

Применение ПИК «Составление-Ц» в производственных условиях показало его эффективность в той части, в которой он в настоящее время используется. Прохождение всех процедур автоматизированного составления для создания ЦТК средней категории сложности занимает от 2 до 6 часов в зависимости от масштаба карты. За это время формируется основное содержание будущей карты (прототип карты), примерно 50% которого не требует дальнейшего дополнительного редактирования, т.е. оно создается в автоматическом режиме. При этом сохраняется абсолютное метрическое соответствие (точность) положения объектов местности, отображенных на ЦТК производных масштабов, положению этих же объектов на ЦТК базового масштаба 1 : 10 000, соблюдается полная согласованность содержания ЦТК всех смежных масштабов. Причем при тщательной проверке заполнения семантических характеристик объектов местности на ЦТК базового масштаба, отпадает необходимость проверять эту же информацию при создании карт всех последующих масштабов.

На основе фрагмента прототипа будущей ЦТК масштаба 1 : 25 000 (рис. 3) можно провести анализ достигнутого уровня автоматического создания объектов ЦТК. На рисунке 4 видно, что в сельском населенном пункте Бородичи кварталы по улицам с рядовой застройкой автоматически не сформировались и необходимый отбор построек не произведен, хотя сама улица отобразилась правильно. Рельеф требует доработки в части удаления избыточных полугоризонталей и частичной укладки горизонталей по объектам гидрографии. Некоторые подписи требуется удалить или перенести на другое место, отдельные контуры объектов растительности и гидрографии требуют большего обобщения и метрической согласованности. Остальные объекты созданы автоматически практически полностью, точность их местоположения абсолютно совпадает с их местоположением на ЦТК базового масштаба. При этом правильно проведено заполнение всех семантических характеристик объектов ЦТК, а также автоматически заполнен паспорт карты.

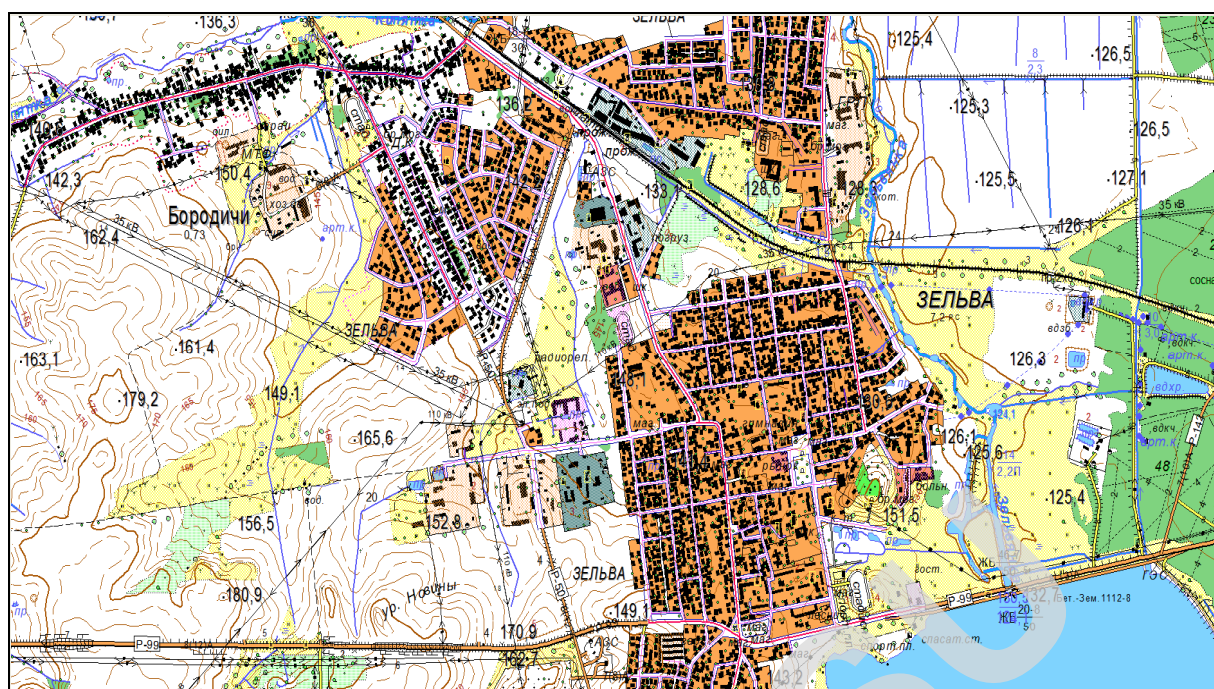


Рис. 3. Фрагмент прототипа ЦТК масштаба 1 : 25 000

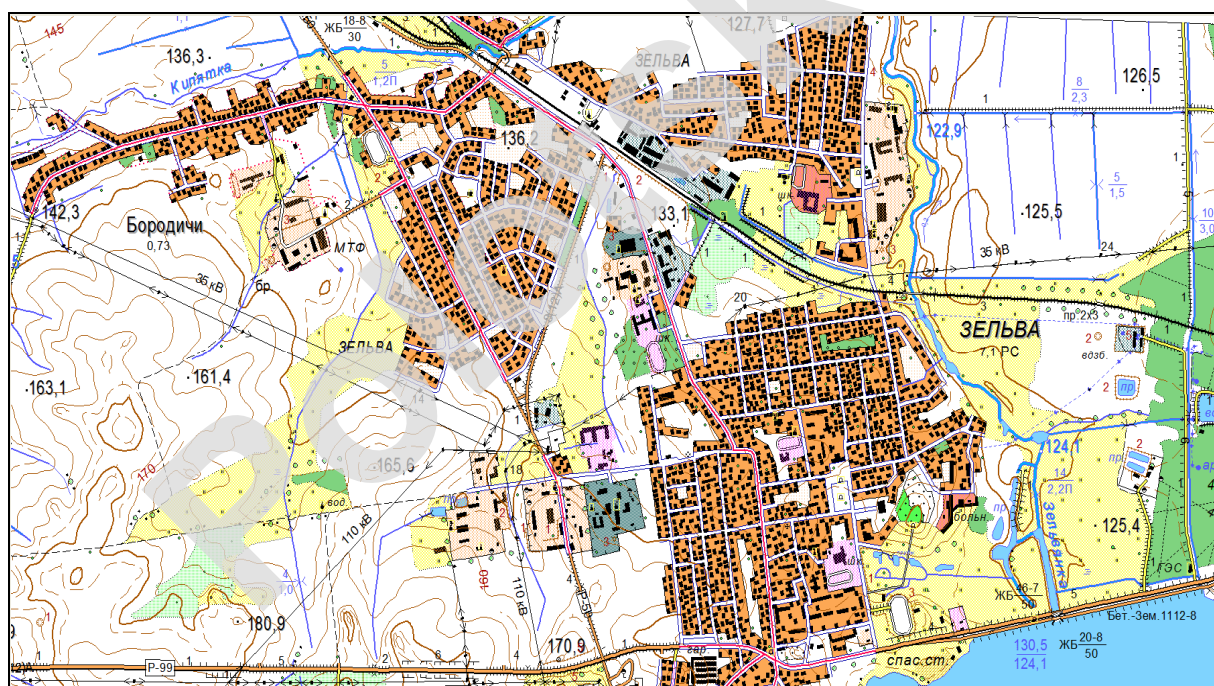


Рис. 4. Фрагмент созданной ЦТК масштаба 1 : 25 000

Сравнивая фрагмент прототипа карты масштаба 1 : 25 000 (рис. 3) с фрагментом созданной ЦТК масштаба 1 : 25 000 (рис. 4) можно примерно определить уровень и трудоемкость процесса доработки объектового состава ЦТК до необходимых требований.

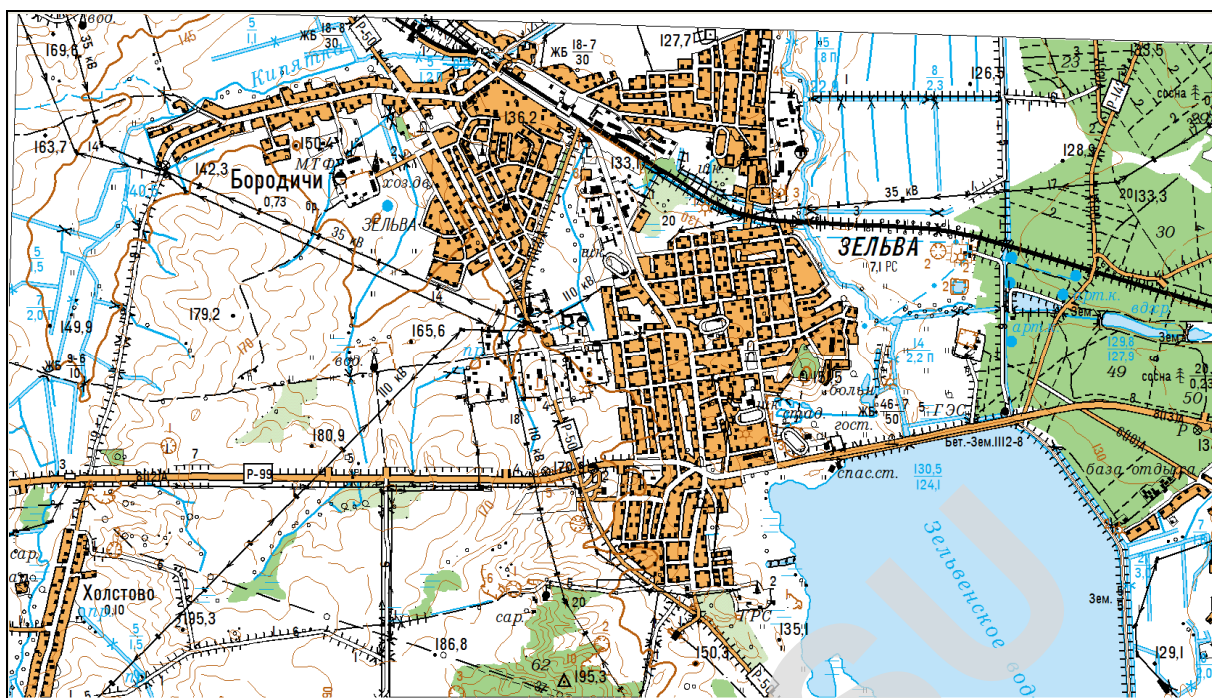


Рис. 5. Фрагмент прототипа ЦТК масштаба 1:50 000

По рисункам 4 и 5 можно сравнить созданную ЦТК масштаба 1 : 25 000 с фрагментом прототипа ЦТК масштаба 1 : 50 000 и проанализировать уровень автоматизации создания объектов ЦТК масштаба 1 : 50 000 и уровень соответствия (согласованности) аналогичных объектов на ЦТК смежных масштабов.

Сравнивая фрагменты прототипов ЦТК масштаба 1 : 50 000 (рис. 5), ЦТК масштаба 1 : 100 000 (рис. 6) и ЦТК масштаба 1 : 200 000 (рис. 7) можно убедиться, что уровень автоматического формирования объектов на ЦТК более мелких масштабов выше, чем на ЦТК более крупных масштабов. Для оперативного решения определенных прикладных задач созданные автоматически ЦТК производных масштабов 1:100 000 и 1:200 000, можно использовать и не редактируя содержание, так как некоторая избыточность и внешняя «шероховатость» объектового состава, сформированного автоматически, практически не влияет на восприятие и возможности использования основной информации ЦТК. Однако следует учесть то, что полная доработка ЦТК масштабов 1 : 100 000 и 1 : 200 000 (особенно на обжитую, промышленно развитую территорию) до требований действующих ТНПА требует гораздо больше времени, чем для ЦТК более крупных масштабов.

При создании ПИК «Составление-Ц» разработчики по разным причинам не учли некоторые составляющие содержания ЦТК, создаваемых в Республике Беларусь (например, наличие нескольких сечений рельефа на



ЦТК масштаба 1:10 000 не кратных сечению ЦТК производного масштаба, отсутствие пространственно-логических связей между подписями и объектами, отсутствие осевых линий у площадных улиц, наличие объектов «сторона улицы», цифровое описание которых не формализовано и др.). Поэтому некоторые процедуры оказались недостаточно информационно, алгоритмически и технологически проработаны и в настоящее время в определенной степени страдают неустойчивостью. Некоторые процедуры в автоматическом режиме не могут быть реализованы полностью из-за сложности математического аппарата и бесконечного числа вариантов возможных комбинаций ситуации местности.

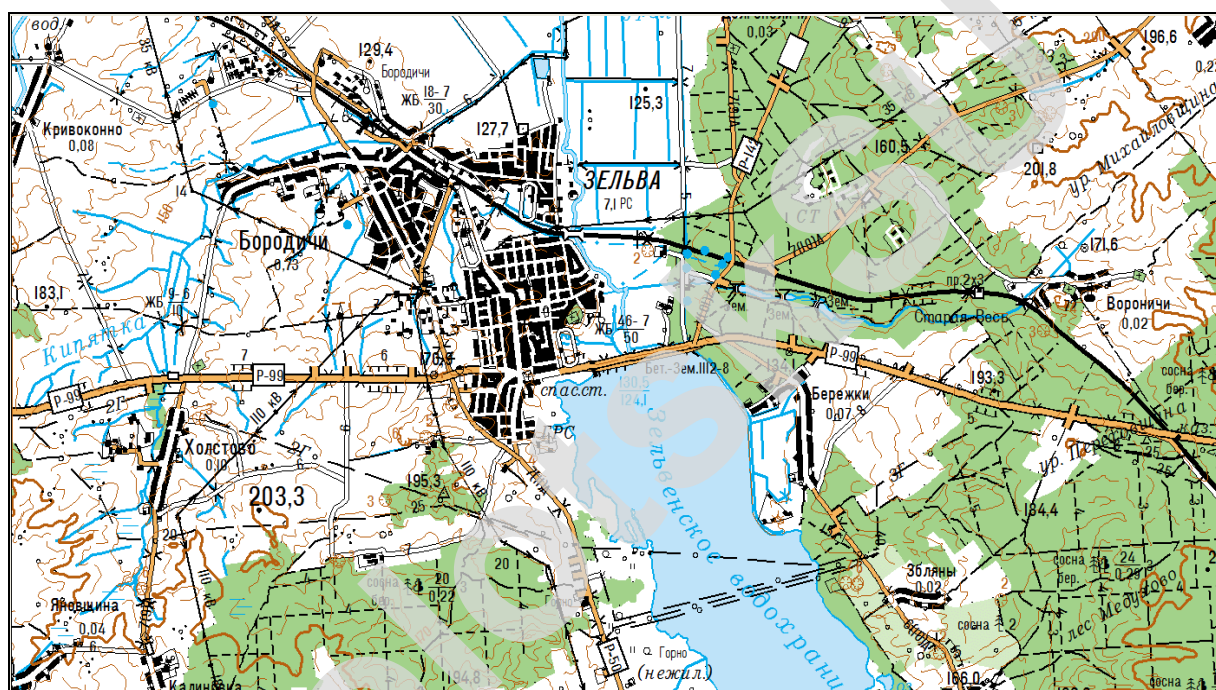


Рис. 6. Фрагмент прототипа ЦТК масштаба 1:100 000

В настоящее время в РУП «Белгеодезия» создание ЦТК ПМ производится только с использованием ПИК «Составление-Ц», уже создано:

- **250** НЛ ЦТК масштаба **1 : 25 000** (использовано 1 000 НЛ ЦТК масштаба 1 : 10 000);
- **65** НЛ ЦТК масштаба **1 : 50 000**;
- **19** НЛ ЦТК масштаба **1 : 100 000**;
- **4** НЛ ЦТК масштаба **1 : 200 000**.

В сотрудничестве с разработчиками определены основные направления будущего развития ПИК «Составление-Ц» при его планируемой модернизации, которая должна начаться в 2016 г. Будущая модернизация бу-

дет проведена не только в части внесения изменений в информационные технологические файлы, отражающие изменения действующих ТНПА, но и в части структурных составляющих и функциональных возможностей с учетом их оптимизации и минимизации, для более эффективного практического использования ПИК «Составление-Ц» и достижения бóльшего уровня автоматизации создания ЦТК всего масштабного ряда, в том числе и с учетом предложений и замечаний специалистов РУП «Белгеодезия».

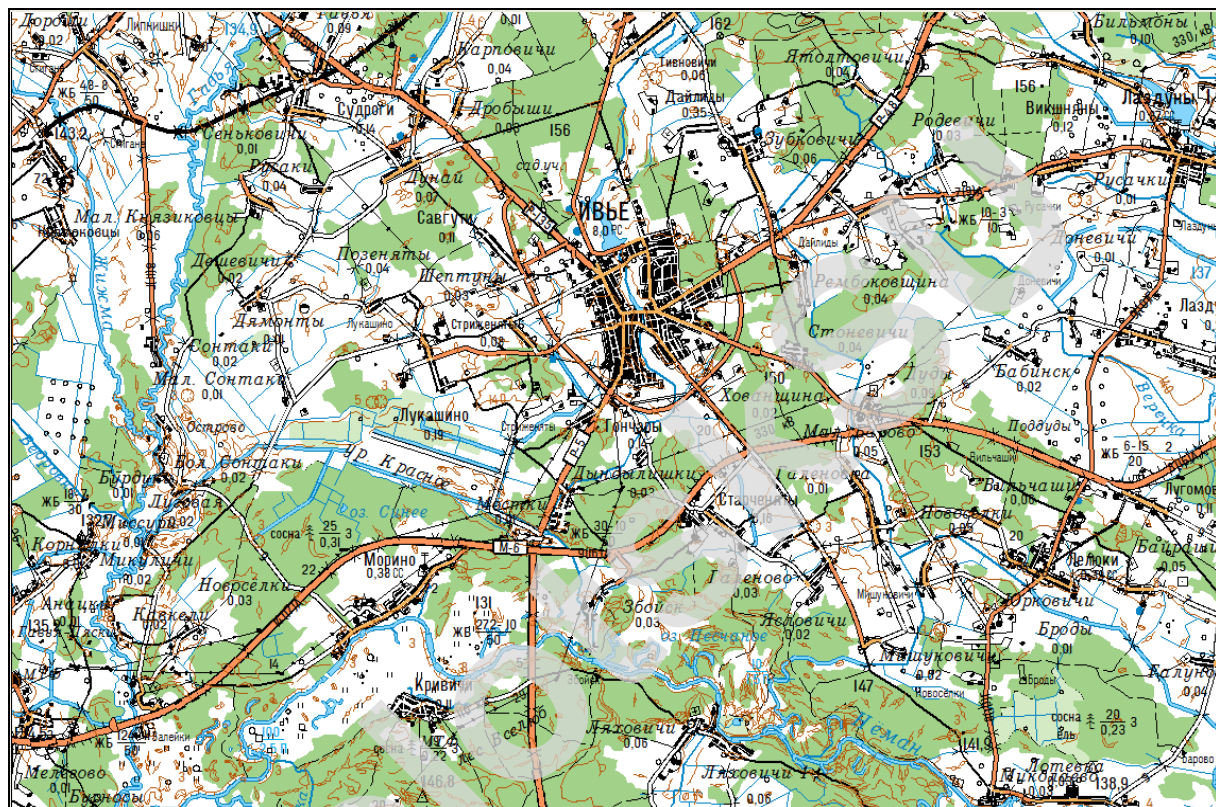


Рис. 7. Фрагмент прототипа ЦТК масштаба 1 : 200 000

Специалисты РУП «Белгеодезия» видят большой потенциал ПИК «Составление-Ц» и очень заинтересованы в дальнейшем совершенствовании его функциональных возможностей, которые повысят уровень автоматизации и позволят в установленные сроки проводить регулярное обновление государственных ЦТК Республики Беларусь всего масштабного ряда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Прохоровская, Н.В. Внедрение в производственную эксплуатацию РУП «Белгеодезия» программно-информационного комплекса «Составление-Ц» / Н.В. Прохоровская // Земля Беларуси. – 2015. – № 2. – С. 22–24.

2. Прохоровская, Н.В. Создание цифровых топографических карт с использованием программно-информационного комплекса «Составление-Ц» / Н.В. Прохоровская // Геодезия и картография (спецвыпуск). – 2015. – С. 50–58.

## **COMPILATION OF DIGITAL TOPOGRAPHIC MAPS WITH THE USE OF THE INFORMATION SOFTWARE COMPLEX «COMPILATION-C» (DIGITAL COMPILATION)**

**N. PROKHOROVSKAYA**

*The article is devoted to the all-round in-depth analysis of the process of computer-aided compilation of digital topographic maps on derivative scales based 1 : 25 000–1 : 200 000 on digital topographic core set scales maps 1 : 10 000–1 : 100 000 with the use of the information software complex «Compilation-C» (Digital Compilation). In the article, the features of the computer-aided compilation and execution of the contents of digital topographic maps are described and revealed with taking into account characteristics of the usage of «Compilation-C» at present in the working environment.*

**Keywords:** *information technological files, topographic core set scales maps, maps on derivative scale, procedures of the computer-aided compilation, digital topographic maps.*

**УДК 631.42+528.946**

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ (на примере слоя ЗИС «Почвы» Пуховичского района)**

**С.Н. ПРОКОПОВИЧ, А.А. САЗОНОВ**

*(Белорусский государственный университет)*

*Рассмотрены возможности автоматизации процессов создания тематических почвенных карт в среде геоинформационных систем. Предложен практический способ получения тематических почвенных карт на основе слоя «Почвы» ЗИС административных районов Беларуси. Исходя из полученных данных, предпринята попытка генетико-морфометрического анализа почвенного покрова Пуховичского района Минской области.*